

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-102333

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/304
B24B 37/00
// C09K 3/14
C09K 13/00

(21)Application number : 11-276453

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.09.1999

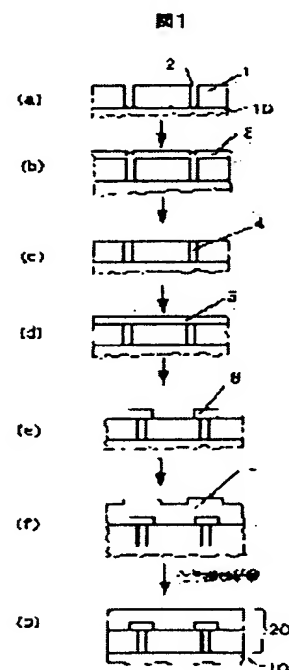
(72)Inventor : SAITO AKIO
OTA KATSUHIRO

(54) CHEMICAL MACHINE POLISHING METHOD, MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE, AND SLURRY FOR POLISHING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a chemical machine-polishing method that can suppress the number of scratches to 0.3/cm² or less.

SOLUTION: Slurry, in which agglomerate with a diameter of 1 μm or layer where an abrasive grain contained in the slurry is agglomerated is set to 10,000/cm³ or less at the point of polishing is used for carrying out chemical machine polishing, thus greatly reducing a scratch generated on a polishing surface. To suppress the number of the agglomerates, a surface-active agent is added.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-102333
(P2001-102333A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 D 3 C 0 5 8
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	H
// C 0 9 K 3/14	5 5 0	C 0 9 K 3/14	5 5 0 D
			5 5 0 Z
13/00		13/00	
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-276453

(22) 出願日 平成11年9月29日 (1999.9.29)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 斉藤 昭男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 太田 勝啓

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100087170

弁理士 富田 和子

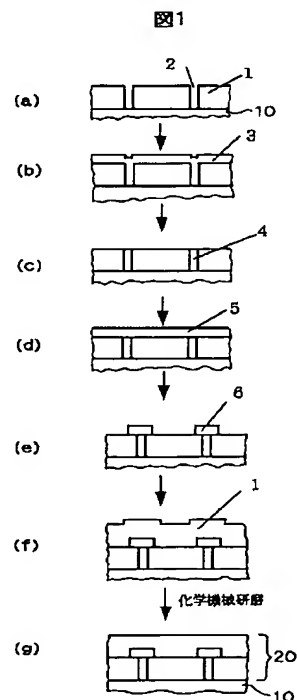
Fターム (参考) 3C058 AA07 CB02 CB10 DA02 DA12

(54) 【発明の名称】 化学機械研磨方法、半導体装置の製造方法、および、研磨用スラリー

(57) 【要約】

【課題】スクラッチ数を0.3個/cm²以下に抑えることができる化学的機械研磨方法を提供する。

【解決手段】スラリーに含まれる砥粒が凝集した直径1 μm以上の凝集粒子が、研磨の時点において10000個/cm²以下であるスラリーを用いて化学機械研磨を行う。これにより、研磨面に生じるスクラッチを大幅に低減できる。凝集粒子数を抑制するためには、界面活性剤を添加する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】スラリーを用いる化学機械研磨方法であって、
前記スラリーとして、該スラリーに含まれる凝集粒子のうち直径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上のものが、研磨の時点において $10000\text{ 個}/\text{cm}^3$ 以下であるスラリーを用いることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 2】スラリーを用いる化学機械研磨方法であって、
前記スラリーとして、該スラリーに含まれる凝集粒子の数が、研磨の時点で予め定めた数以下となるように抑制する操作が施されたスラリーを用いることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 3】請求項 2 に記載の化学機械研磨方法において、前記操作は、前記スラリーに添加剤を加える操作であることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 4】スラリーを用いる化学機械研磨方法であって、
前記研磨の前に、前記スラリーに含まれる直径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の数を測定する工程と、
前記工程で前記凝集粒子の数が $10000\text{ 個}/\text{cm}^3$ 以下であったスラリーを用いて研磨を行うことを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 5】スラリーを用いる化学機械研磨方法であって、
前記スラリーとして、該スラリーに含まれる砥粒の凝集を抑制するための添加剤を含有するスラリーを用いることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 6】請求項 5 に記載の化学機械研磨方法において、前記添加剤は、ポリオキシエチレン硫酸系の界面活性剤であることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 7】請求項 5 に記載の化学機械研磨方法において、前記添加剤は、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル系の界面活性剤であることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 8】請求項 5、6 または 7 に記載の化学機械研磨方法において、前記添加剤は、前記スラリーを 20 時間振動させた場合に直径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の増加率が 1.2 倍以下となる濃度で前記スラリーに含まれていることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 9】請求項 5、6 または 7 に記載の化学機械研磨方法において、前記添加剤は、前記スラリーを 20 時間振動させた場合に直径 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の増加率が 1.2 倍以下となる濃度で前記スラリーに含まれていることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 10】請求項 5、6 または 7 に記載の化学機械研磨方法において、前記添加剤は、前記スラリーを 20 時間振動させた場合に直径 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の増加率が 1.3 倍以下となる濃度で前記スラリーに含まれていることを特徴とする化学機械研磨方法。

【請求項 11】半導体基板上に形成された薄膜層を研磨する工程を有する半導体装置の製造方法であって、
前記工程を請求項 1 から 10 の化学機械研磨方法のうちのいずれかの化学機械研磨方法によって研磨を行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 12】砥粒を含む化学機械研磨用スラリーであって、
前記砥粒の凝集を防止する添加剤を含有していることを特徴とする化学機械研磨用スラリー。

【請求項 13】請求項 12 に記載の化学機械研磨用スラリーにおいて、前記添加剤は、前記スラリーを 20 時間振動させる前後の直径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の増加率が 1.2 倍以下となる濃度で含まれていることを特徴とする化学機械研磨用スラリー。

【請求項 14】請求項 12 に記載の化学機械研磨用スラリーにおいて、前記添加剤は、前記スラリーを 20 時間振動させる前後の直径 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の増加率が 1.2 倍以下となる濃度で含まれていることを特徴とする化学機械研磨用スラリー。

【請求項 15】請求項 12 に記載の化学機械研磨用スラリーにおいて、前記添加剤は、前記スラリーを 20 時間振動させる前後の直径 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の増加率が 1.3 倍以下となる濃度で含まれていることを特徴とする化学機械研磨用スラリー。

【請求項 16】請求項 12、13、14 または 15 に記載の化学機械研磨用スラリーにおいて、前記砥粒が平均粒径 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする化学機械研磨用スラリー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スラリーを用いる化学機械研磨方法に関し、特に、薄膜を形成した半導体ウエハを研磨するのに適した化学機械研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の高集積化を実現するため、配線の多層化やメモリ LSI のキャパシタセルが立体化されつつあり、これによりデバイス構造の 3 次元化が進んでいる。このようにデバイス構造の 3 次元化を進むにつれ、上層側の膜表面に生じる段差が問題となる。この段差は、その上に配線パターンを積層した場合に断線の原因となったり、段差のある膜をリソグラフィする際の焦点深度マージン不足の原因ともなる。これを防止するため、膜表面の平坦化技術が不可欠となってきている。

【0003】従来、ミリメートルオーダの領域内を平坦化することのできる化学機械研磨法 (Chemical Mechanical Polishing、略して CMP) により、段差のある膜表面を研磨して平坦にすることが、例えば特開平 8-216023 号公報等に開示されている。化学機械研磨法は、砥粒 (微粒子) を含む

スラリー（研磨液）を用いる。スラリーに関しては例えば特開平 10-44047 号公報等に記載がある。研磨液中の砥粒には SiO_2 、 Al_2O_3 、 CeO_2 等が用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】化学機械研磨法の大きな課題の一つに、研磨面のスクラッチ（傷）の発生がある。スクラッチは、半導体装置の電氣的ショートの原因となる他、半導体装置の製造時の歩留まりを低下させる原因になる。このため、現状の半導体装置の構造で、歩留まりを必要とされるレベル以上にするためために、スクラッチ数を 0.3 個/ cm^2 以下に抑えることが望まれている。また、将来的に半導体装置がさらに微細化された場合には、同じレベルの歩留まりを達成するために、スクラッチ数を 0.1 個/ cm^2 以下にする必要があると予測されている。

【0005】スクラッチ発生の原因には、スラリー中の異物や研磨装置内の異物等が考えられる。しかしながら、異物を低減させる対策を行っても、尚多くのスクラッチが発生しており、スクラッチを 0.3 個/ cm^2 以下に抑えることは達成できていない。このため、異物以外にもスクラッチを発生される原因があると思われるが、スクラッチ発生メカニズムは完全には解明されていない。

【0006】本発明の目的は、スクラッチ数を 0.3 個/ cm^2 以下に抑えることができる化学的機械研磨方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、以下のような化学機械研磨方法が提供される。

【0008】すなわち、スラリーを用いる化学機械研磨方法であって、前記スラリーとして、該スラリーに含まれる凝集粒子のうち直径 $1\mu\text{m}$ 以上のものが、研磨の時点において 10000 個/ cm^3 以下であるスラリーを用いることを特徴とする化学機械研磨方法である。

【0009】

【発明の実施の形態】我々は、化学機械研磨法に用いるスラリー中の凝集砥粒が、研磨面におけるスクラッチ発生原因となっていると考えた。そこでまず、スラリー液中の凝集砥粒の粒子数とスクラッチ発生との相関について調べる実験を行った。

【0010】実験は、凝集粒子数が種々に異なるスラリーサンプルを用い、これを用いて酸化膜が一様に形成されたウエハを化学機械研磨し、発生したスクラッチの数を調べることにより行った。なお、凝集粒子とは、ここでは直径が $1\mu\text{m}$ 以上の大きさに凝集した砥粒をいう。凝集粒子数が種々に異なるスラリーサンプルは、シリカ砥粒を約 10% 含みアンモニア水を加えて pH 11 に調整された市販品スラリーから得た。凝集粒子数が多いス

ラリーサンプルは、上記市販品スラリーを数週間放置して、容器下部に沈降してきた凝集粒子の部分を取り出す方法や、後述するように市販品スラリーに振動を加えて凝集粒子数を増加させる方法によって得た。なお、凝集粒子数の測定には、米国 Particle Sizing Systems 社の粒度分布測定器 Accusizer Model 780 を用いた。用意したスラリーサンプルは、12 種類であり、凝集粒子数は表 1 に示すように 201896 個/ cm^3 から 823 個/ cm^3 の範囲である。

【0011】

【表 1】

表 1

1 μm 以上の凝集粒子数 (個/ cm^3)	スクラッチ数 (個/ cm^2)
201896	3.31
162960	2.95
117733	1.38
62961	0.72
45210	0.45
21185	0.40
12770	0.33
9120	0.30
8561	0.25
3226	0.14
1015	0.11
823	0.09

【0012】これらのスラリーサンプルを用いて化学機械研磨した酸化膜に発生したスクラッチ数は、表 1 に示した通りである。スクラッチ数と凝集粒子数とは明確に相関があり、凝集粒子数が少なくなるほどスクラッチも低減できることが定量的に確認できた。よって、直径が $1\mu\text{m}$ 以下の大きさの凝集粒子もスクラッチの原因となっている可能性はあるが、少なくとも $1\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の数を制御することでスクラッチ発生を抑制することが可能であることが明らかになった。

【0013】また、表 1 より、一定レベル以上の歩留まりを得るために必要なスクラッチ数 0.3 個/ cm^2 以下を達成するためには、凝集粒子数が 10000 個/ cm^3 以下のスラリーを用いて化学機械研磨を行う必要があることがわかった。また、将来において、さらに微細な半導体装置の製造の際に一定レベル以上の歩留まりを得るために必要となるスクラッチ数 0.1 個/ cm^2 以下を達成するためには、凝集粒子数が 1000 個/ cm^3 以下のスラリーで化学機械研磨を行う必要があることがわかった。

【0014】よって、本実施の形態の化学機械研磨方法では、上記結果に基づき、直径 $1\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の数が、ユースポイント（研磨を行う時点）で $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下であるスラリーを用いて研磨を行うものとする。

【0015】つぎに、上記のようなユースポイント（研磨を行う時点）で $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下であるスラリーを実現する方法について説明する。

【0016】発明者らが、スラリー製造メーカーから出荷される時点のスラリーサンプルA～Dについて、直径 $1\mu\text{m}$ 以上の凝集粒子の数を測定したところ、表2に示したように $4000\sim5000\text{個}/\text{cm}^3$ 前後であり、 $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下という条件を満たしていた。しかしながら、これらのスラリーサンプルA～Dを通常の運搬方法で研磨機ユースポイントまで運搬したとこ

表2

スラリーサンプル	Lot. A	Lot. B	Lot. C	Lot. D
スラリー製造メーカー出荷時	4093	4521	5210	5304
半導体工場供給タンク受入時	12865	15826	25623	18626
スラリー供給系（タンク）出口	38585	36211	39215	40021
研磨機ユースポイント	42410	39615	40115	42102

（単位：個/ cm^3 ）

【0018】以上の検討から、スクラッチ数を低減するためには、研磨機ユースポイントでの凝集粒子数を $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下程度まで少なくする必要があり、このための第1の方法としては、運搬中の凝集粒子数が10倍程度まで増加することを見込んで、製造メーカーにて凝集粒子数が $1000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下のスラリーを製造し、研磨機ユースポイントにおいて凝集粒子数が $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下であることを確認してから研磨をする方法が考えられる。また、第2の方法としては、半導体量産工場の研磨機ユースポイントに運搬されるまでの凝集粒子数の増加率が小さいスラリーを用い、研磨機ユースポイントにおいて凝集粒子数が $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下であることを確認してから研磨をする方法が考えられる。

【0019】発明者らは、上記第2の方法で凝集粒子の増加率を小さくするために、スラリーの運搬中、半導体量産工場の供給系内で保管している間、スラリー供給系から研磨機ユースポイントまで移動する間等で砥粒の凝集を防止する添加剤として、スラリー中にある種の界面活性剤を微量添加することが有効であることを見出した。

＊ろ、表2のように $40000\text{個}/\text{cm}^3$ まで約10倍にも増加し、 $10000\text{個}/\text{cm}^3$ 以下という条件を満たしていなかった。このスラリーをそのまま用いて化学機械研磨を行うと、多くのスクラッチが発生してしまう。そこで、製造メーカーにてスラリーを製造した時点から、半導体量産工場の研磨機ユースポイントでまで通常の運搬方法で運搬した場合に、スラリー中の凝集粒子数がどのように変化しているのかについて追跡調査した。その結果、運搬中、スラリー供給系内で保管している間、スラリー供給系から研磨機ユースポイントまで移動する間、等に凝集粒子数の増加していることがわかった（表2）。

【0017】

【表2】

【0020】一般に界面活性剤を添加することで、静電気反発力や立体障害による反発力が発生し、コロイド粒子等の凝集が防止されることは公知である。しかし、本発明で対象となるpH11程度のスラリー液の場合、pH11程度であることから元々粒子間の静電気反発力が大きく、凝集は起こりにくい系であると予想されていた。にもかかわらず、実際には微量な凝集が進行し、スクラッチが発生してしまうことが上記のように確認された。このような微量な凝集は、従来議論されたことがなく、従って、ある種の界面活性剤でスラリーの凝集が抑制されるという事実は、従来の知見からは生み出され得ないものである。

【0021】また、本実施の形態では、凝集防止の効果を有する種々の界面活性剤を見出すために、スラリー製造メーカー出荷時から研磨機ユースポイントまでの運搬及び保管による凝集粒子の増加と一定の相関のある結果の得られる簡便な振動試験方法を見いだした。

【0022】この振動試験方法は、図2のようにスラリーを入れた容器202を振動発生装置201によって、振幅 2cm 以上、振動周期3回/秒以上で左右に連続して20時間往復振動させる試験である。振動させる時間

を20時間とした根拠については後述する。発明者らは、6種のスラリーサンプルを用意して試験を行った。このスラリーサンプルは、サンプルごとに凝集粒子数の増加率が異なるように、市販のスラリーに界面活性剤を添加する等して準備したものである。この6種のスラリーサンプルに上記20時間の振動試験を行い、直径1 μ m以上、2 μ m以上、および5 μ m以上の凝集粒子数をそれぞれ測定した。その一方で、同じ6種のスラリーサ

表3

サンプルNo.	20時間振動試験による増加率			スラリー製造メーカー→研磨機ユースポイントでの1 μ m以上凝集粒子の増加率
	1 μ m以上凝集粒子	2 μ m以上凝集粒子	5 μ m以上凝集粒子	
1	0.89	0.82	0.80	1.22
2	1.01	0.98	0.91	1.56
3	1.13	1.10	1.20	1.79
4	1.20	1.21	1.31	1.94
5	1.29	1.32	1.44	2.35
6	1.41	1.51	1.66	3.22

(単位：倍)

【0024】20時間の振動試験による凝集粒子増加率は、実際に運搬、保管した場合の凝集粒子の増加率より小さい値となるが、ある程度の相関のあることが確認できた。また、通常、スラリー製造メーカーにおいては、凝集粒子数を1 μ m以上で5000個/cm³程度とすることを考慮すると、半導体量産工場の研磨機ユースポイントにて10000個/cm³とするためには、サンプルNo. 4のように表3の「スラリー製造メーカー→研磨機ユースポイントの増加率」の欄が2.00以下となるようにする必要がある。サンプルNo. 4は、振動試験においては1 μ m以上の凝集粒子増加率が1.2であり、2 μ m以上の凝集粒子増加率が1.2であり、5 μ m以上の凝集粒子増加率が1.3であるから、これ以下の増加率のスラリーであれば、半導体量産工場の研磨機ユースポイントにて10000個/cm³とできることがわかった。

【0025】そこで、振動試験によって上記1 μ m以上の凝集粒子増加率1.2以下、2 μ m以上の凝集粒子増加率1.2以下、5 μ m以上の凝集粒子増加率1.3以下に抑制する効果の得られる界面活性剤を探索した。本

サンプルを実際にスラリー製造メーカーから運搬し、半導体量産工場の供給系に保管した後、研磨機のユースポイントで採取し、直径1 μ m以上の凝集粒子数をそれぞれ測定した。その結果を表3に示す。なお、凝集粒子数の増加率は、振動試験前の値をa、振動試験後の値をbとした時、b/aと定義した。

【0023】

【表3】

実施の形態では、ポリオキシエチレンドデシル硫酸系、あるいは、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル系の界面活性剤が有効であることが見いだされた。これらの界面活性剤を見いだした実験について説明する。

【0026】まず、スラリーとして、シリカ砥粒を約10%含みアンモニア水を加えてpH11に調整された市販品を用いた。そして、この市販品のスラリーに表4に示す界面活性剤を添加し本発明のサンプルを作製した。また、界面活性剤を添加しない市販品のままのスラリーを比較例のサンプルとした。比較例のスラリーと界面活性剤を添加した本発明のスラリーに、上記振動試験（振動振幅2cm、振動周期3回/秒）を行い、その前後での直径1 μ m以上、2 μ m以上、5 μ m以上の凝集粒子の数を測定した。その結果を表4に示す。なお凝集粒子数の測定には、米国Particle Sizing Systems社の粒度分布測定器Accusizer Model 780を用いた。

【0027】

【表4】

表4

サンプル No.	添加物質	添加量 (%)	凝集粒子数(個/cm ³) 振動試験前/後			凝集粒子 増加率(倍)			スクラッチ 密度 (個/cm ²)
			>1 μ m	>2 μ m	>5 μ m	>1 μ m	>2 μ m	>5 μ m	
1	ポリオキシエチレン ドデシル硫酸塩	0.001	13425/ 60681	2552/ 12836	768/ 2504	4.5	5.0	3.3	1.0
2		0.01	12988/ 10520	3012/ 3644	802/ 818	0.8	1.2	1.0	0.3
3	ポリオキシアルキレン アルキルエーテル	0.001	13522/ 15991	2877/ 2359	898/ 1167	1.2	0.8	1.3	0.5
4		0.01	13287/ 9168	2896/ 1796	978/ 792	0.7	0.6	0.8	0.3
5		0.1	13088/ 6936	1866/ 1698	528/ 417	0.5	0.9	0.8	0.15
比較例	—	—	12998/ 69096	2454/ 12001	629/ 2635	5.3	4.9	4.2	1.1

【0028】表4のように、比較例ではスラリー中の凝集粒子数の増加率は、1 μ m以上で5.3であり、3 μ m以上で4.9であり、5 μ m以上で4.2であったが、界面活性剤を添加することで、サンプルNo. 1を除き、増加率が1 μ m以上で1.2以下、2 μ m以上で1.2以下、5 μ m以上で1.3以下となった。すなわち、本発明を実現する界面活性剤として、ポリオキシエチレンドデシル硫酸系、および、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル系が存在することが確認できた。また、サンプルNo. 1が上記増加率より大きくなったことから、界面活性剤の有効な添加量の範囲が存在することも明らかになった。

【0029】また、表4のスラリーサンプルを用いて化学機械研磨を行い、生じたスクラッチ数を測定した。化学機械研磨で用いたのは、上記振動試験を行った後のスラリーである。これによる研磨の対象物は、酸化膜を一樣に成膜したウエハである。スクラッチ数の評価は、外観検査装置で欠陥を検出し、電子顕微鏡(SEM)で確認することで行った。得られた結果は上記表4の通りである。すなわち、本実施の形態のスラリーを用いることにより、サンプルNo. 1を除き、スクラッチ数を比較例の1/2～1/7に低減することができた。また、サンプルNo. 2, 4, 5のスラリーは、スクラッチ数0.3個/cm²を達成することができた。さらに、サンプルNo. 4のスラリーは、スクラッチ数0.15個/cm²まで低減できた。このように、界面活性剤を添加することにより、凝集粒子の増加率を一定値以下に抑制したスラリーを用いることで、目標とするスクラッチ数を達成できることが実証された。

【0030】以上が、本実施の形態が、スラリーの凝集

粒子数の増加率を規定する根拠である。これから、本発明の最も根本となる概念に至ることができる。すなわち、半導体量産工場でスクラッチの少ない研磨を実現するためには、20時間振動試験で1 μ m以上の凝集粒子増加率が1.2以下、あるいは、2 μ m以上の凝集粒子増加率が1.2以下、あるいは、5 μ m以上の凝集粒子増加率が1.3以下であるスラリーを用いることが不可欠である。これが本発明の本質である。現時点でこれを実現する方法は、界面活性剤をスラリーに添加するというものであるが、界面活性剤に限らず、他の添加物を添加したり、何らかの処理を施すことにより、凝集粒子の増加率を抑制する方法であればよい。

【0031】なお、上述の振動試験において、振動させる時間を20時間としているのは、次のような実験に基づいている。発明者らは、4種類のスラリーサンプルを用意し、5時間から50時間の範囲で振動時間を変えて、振動時間と直径1 μ m以上の凝集粒子の増加率の関係を測定した。その結果を表5に示す。スラリーの種類により、凝集粒子の増加のパターンに違いが見られた。サンプルNo. 1は、ほぼ20時間で一定値となったのに対し、サンプルNo. 2は10時間で一定値となった。また、サンプルNo. 3, 4は界面活性剤を添加したスラリーサンプルであるが、10時間程度で減少した凝集粒子数は20時間程度まではほぼ一定となり、20時間を越えると漸増傾向となる。従って、本実施の形態では、有効な界面活性剤を選定するのに適切な振動時間として、20時間とした。

【0032】

【表5】

表5

サンプルNo.	振動試験による1 μ m以上凝集粒子の増加率					
	振動 5時間	10時間	15時間	20時間	30時間	50時間
1	3.5	4.2	4.8	5.3	5.4	5.4
2	2.8	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3
3	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	1.0
4	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9

(単位：倍)

【0033】上述の本実施の形態のスラリーを用いて、化学機械研磨方法を行う半導体装置の製造方法を図1を用いて以下に説明する。

【0034】この半導体装置は、不図示の半導体ウエハ上に、下層配線層10、上層配線層20、キャパシタセル（不図示）等の回路素子を備える構成である（図1（g））。半導体ウエハの上に下層配線層10を形成した後、上層配線層20を形成する。この工程は、まず、下層配線層10上に酸化膜1を形成後、リソグラフィおよびドライエッチングによりコンタクトホール2を形成する（図1（a））。つぎに、タングステン膜3を成膜し、コンタクトホール2を埋め込む（図1（b））。そして、酸化膜1上のタングステン膜3をドライエッチングにより取り除くことにより、コンタクトホール2内にタングステン埋め込み層4を形成する。次に、アルミ膜5を成膜した後、ドライエッチングによりバターニングし、アルミ配線6を形成する（図1（d）、（e））。さらに、アルミ配線6の上に酸化膜7を形成し、本実施の形態の表4のサンプルNo. 2～5のスラリーを用いて化学機械研磨法により表面が十分平坦となるまで研磨する（図1（g））。

【0035】このようにして製造された半導体装置は、化学機械研磨工程で生じるスクラッチが少ないため、製造歩留まりが、一定レベル以上得られた。しかも、良品として得られたものにおけるスクラッチ数も、従来技術で得られたものに比べて少なく、信頼性が高かった。

【0036】なお、本発明に有効な界面活性剤あるいは添加剤は、上述したポリオキシエチレンドデシル硫酸系、あるいは、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル系に限定されるものではない。上述の振動試験により、直径1 μ m以上の凝集粒子増加率が1.2以下、あるいは、2 μ m以上の凝集粒子増加率が1.2以下、あるいは、5 μ m以上の凝集粒子増加率が1.3以下となることを実現できる界面活性剤あるいは添加剤であればよ

い。

【0037】また、上述の実施の形態では、スラリーが砥粒としてシリカ（SiO₂）を含むものを用いたが、砥粒の種類はシリカに限らずAl₂O₃、CeO₂等を含むものを用いることができる。また、砥粒の平均粒径が1 μ m以下、より好ましくは0.5 μ m以下にコントロールされていることが望ましい。

【0038】また、本実施の形態のスラリーを用いる化学機械研磨法は、上述の半導体製造装置に限らず、薄膜磁気ヘッドの空気浮上面の研磨等に用いることも可能である。

【0039】上述してきたように、本実施の形態の凝集粒子数を抑制したスラリーを用いて化学機械研磨を行うことにより、化学機械研磨を用いる工程でスクラッチの発生を低減することができる。凝集粒子数の制御により、スクラッチ数を0.3個/cm²以下、さらには0.1個/cm²以下に抑制することが可能になる。これにより、現状のみならず将来微細化された構造においても製造歩留まりを大幅に向上させることができ、半導体製品を低コストで生産できるという効果が得られる。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、スクラッチ数を0.3個/cm²以下に抑えることができる化学的機械研磨方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

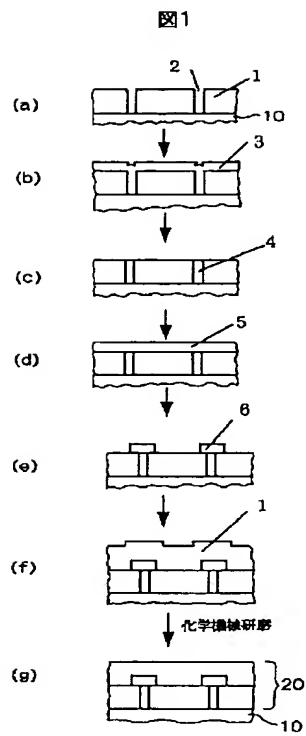
【図1】（a）～（g）本発明の一実施の形態の化学機械研磨方法を用いる半導体製造工程を示す説明図。

【図2】本発明の一実施の形態のスラリーの振動試験方法を示す説明図。

【符号の説明】

1…酸化膜（層間絶縁膜）、2…コンタクトホール、3…タングステン膜、4…タングステン埋め込み層、5…アルミ膜、6…アルミ配線、7…酸化膜。

【図1】



【図2】

